

鋼矢板を用いたしらす地盤の浸透と変形に関する数値解析

鹿児島大学大学院 学生員 田畑 賢児 鹿児島大学工学部 正会員 山本健太郎
 鹿児島大学工学部 正会員 北村 良介 鹿児島大学大学院 学生員 荒木 功平

1. はじめに

しらすは、鹿児島県本土に広範囲に分布しており、良好なしらす支持層であっても掘削底面で地盤の軟弱化を生じる場合がある。この時、基礎形式の変更などの設計変更を生じる例が多く、実施計画上の問題となることがある。この原因は未だ明らかにされていないが、このような事例に対処するためには、事前の浸透流解析とそれに伴う応力変形解析を実施することが望ましい。このような見地に立ち、鹿児島県始良郡で実施された矢板掘削に対して、飽和不飽和浸透流解析を実施し、矢板周辺地盤の流速を把握し、その結果を用いて浸透流に対する応力変形解析を行った^{1),2)}。本報告では、矢板の有無に対する矢板周辺地盤の変形や安全率分布について考察し、矢板工法の妥当性について確認するものである。

2. 現場概要

対象地盤は、図-1 に示すように左端部から約 5.6 m の所に約 9 m の鋼矢板を使用している。地質層は下位より、半固結凝灰岩、軽石混じり中粒砂（一次しらす）、砂礫、細粒砂となっており、上部二層が沖積層である。細粒砂層は、標準貫入試験値 $N=3$ 程度の全体的に均一な細粒砂層で、含水比が高く軟質化している。砂礫層は、礫径 1~3 cm の垂円礫を含む砂礫層で、礫混入率は 60~80% となっている。基質は不均一な中粒砂が主体である。しらす層は、1~3 cm の軽石礫を含む中粒砂（一次しらす）で、下部に向かって固結度が高くなる。固結しらす層は、全体的に固結度の高い（指圧でつぶれない程度）凝灰岩である。

3. 解析方法

解析手法として浸透流解析については、2次元飽和不飽和浸透流解析を用いた³⁾。今回の解析では、降雨や潮汐の影響を考慮しない非定常2次元断面飽和不飽和浸透流解析を行った。飽和不飽和浸透流の基礎方程式は、不飽和領域において圧力水頭変化による間隙率の変化が生じないものと仮定した¹⁾。本解析で用いた透水係数は、一次しらす層と固結しらす層に対しては現場透水試験で得られた水平方向透水係数を用い、細粒砂層に対しては粒径がそろっており、粒径から求める一般値⁴⁾を使用した。砂礫層については、粒形にばらつきがあり一義的に決定することは問題があると考えたので、しらす層の水平方向透水係数(k_{sh})を基準にし、しらす層に対する砂礫層の水平方向透水係数比(k_{gh}/k_{sh})を 10, 100, 1000 倍と変化させた。次に、モデル内のすべての層に対して、鉛直・水平方向透水係数比(k_v/k_h)を 1.0, 0.5, 0.1 と変化させた合計 9 ケースについて解析を実施した。そして、計算された水位低下量、湧水量が実測値と近くなるケースから透水係数の推定を行った。また、本解析に用いた $[\theta - k_r]$ 、 $[\theta - \phi]$ 関係は図-2⁵⁾で示される。なお、モデルには水分特性曲線の持つ滑らかな曲線形状をうまく近似できる van-Genuchten モデルを適用した。次に応力変形解析については、弾塑性有限要素法を用いた。地盤はダイレイタンス特性を考慮して、Drucker-Prager 型の降伏関数に関連流れ則を導入した弾塑性モデルを適用した。鋼矢板は、軸方向及び曲げに対して抵抗を示すことからビーム要素でモデル化し、地盤との滑りは考慮していない。また、要素安全率(F_s)は、要素に作用する応力から求まる破壊時応力円と任意応力円の半径比により、算定した²⁾。

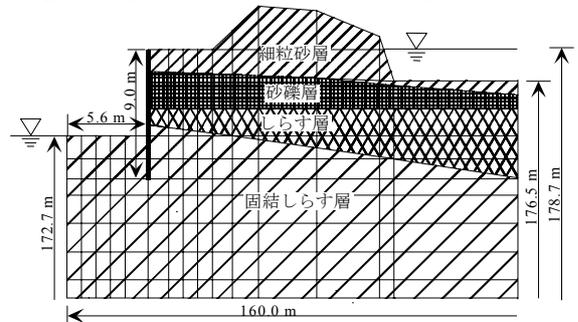


図-1 解析モデル

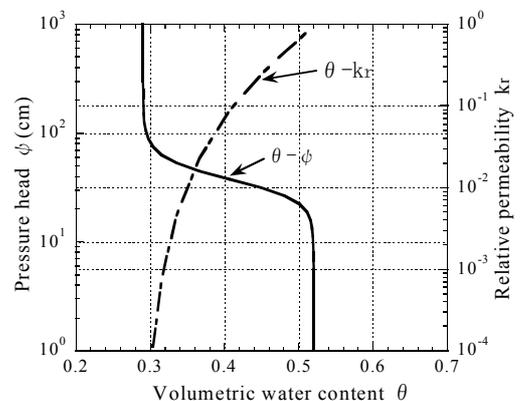


図-2 しらすの不飽和特性

キーワード: しらす地盤、浸透、変形、有限要素法、現場計測

住所: 〒890-0065 鹿児島市郡元 1-21-40 鹿児島大学工学部海洋土木工学科, Tel: 099-285-8475, Fax: 099-258-1738

4. 結果と考察

ここでは、流速が安定してきていると考えられる 24 時間後の状態について考察を行う。図-3 には、24 時間後の(a)矢板なし、(b)矢板ありの場合の流速ベクトルを示す。これらを見ると、矢板がある場合はない場合よりも、明らかに全体的に流速が抑えられていることがわかる。また、どちらの場合も砂礫層と掘削底面周辺において、大きな流速が発生していることがわかる。これは、砂礫層の透水係数が他層と比べて大きいためである。次に、図-4(a), (b)には図-3 と同様に矢板周辺の変形を示す。図-4(a)を見てみると、掘削側面の右側では、浸透流の影響が大きいため全体的に沈下が生じ、掘削底面では、少し隆起している様子がわかる。一方、図-4(b)では、掘削底面での隆起は見られるが、矢板側面では、変形が抑えられていることがわかる。さらに、図-5(a), (b)には図-3, 4 と同様に、矢板周辺の安全率分布を示す。これらを見ると、図-5(b)の方が(a)に比べて、砂礫層及び矢板先端周辺において安全率が上昇していることがわかる。よって、上述の事より、矢板工法の有用性を確認することができたと考えられる。

5. 終わりに

本報告では、当該下部工工事における施工法の妥当性を検討するために、飽和不飽和浸透流解析と応力変形解析を実施した。その結果、矢板の有無を比較することにより、矢板掘削の妥当性が確認された。今後の課題としては、上向き浸透流による土の有効応力の低下に伴う、支持力の低下についての検討が挙げられる。

【参考文献】 1) 田畑他：鋼矢板を用いたしらす地盤の飽和不飽和浸透流解析，第 36 回地盤工学研究発表会，投稿中，2001.6. 2) 荒木他：鋼矢板を用いたしらす地盤の浸透流に対する応力変形解析，第 36 回地盤工学研究発表会，投稿中，2001.6. 3) 赤井他：有限要素法による飽和不飽和浸透流の解析，土木学会論文報告集，No.264，pp.87-96，1977.8. 4) 地盤工学会九州支部：九州・沖縄の特殊土地盤の設計と施工，pp.123-136，1995.8. 5) 西垣他：室内及び原位置における不飽和浸透特性の試験及び調査法に関する研究，1993.5.

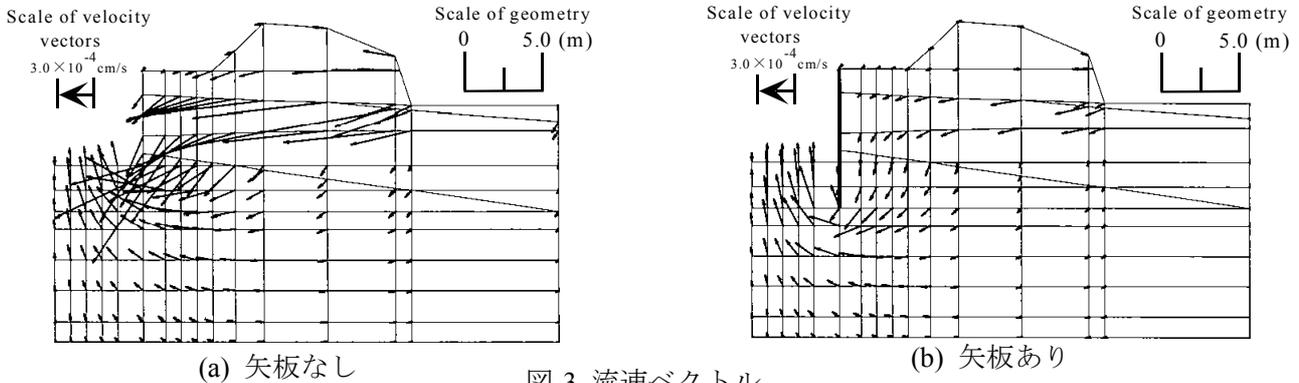


図-3 流速ベクトル

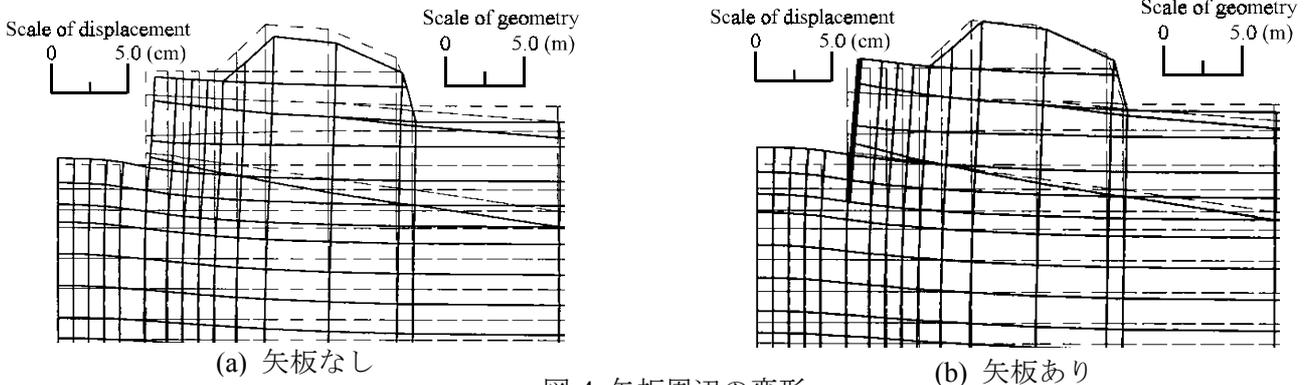


図-4 矢板周辺の変形

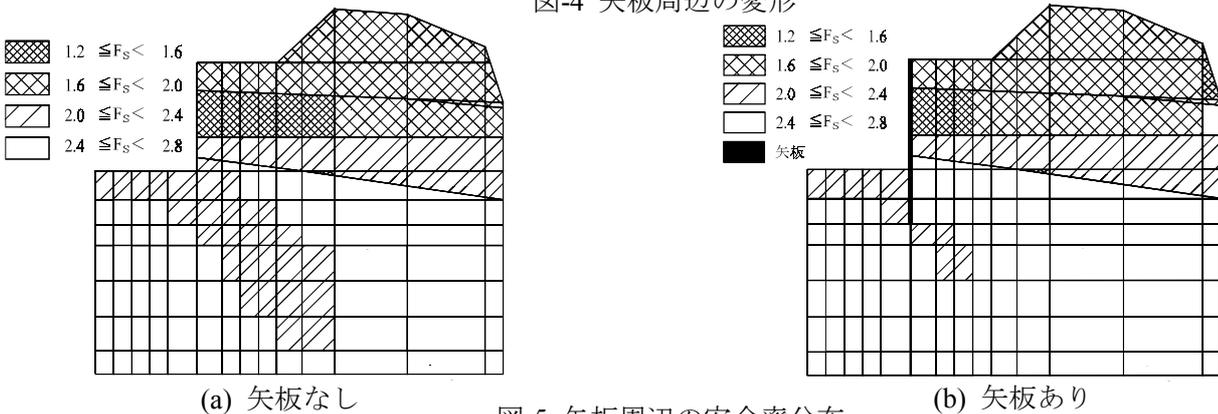


図-5 矢板周辺の安全率分布